

Ac

Publication No. DE 196 48 225 A1

Abstract

The method involves determining distances between an observed transceiver unit and next, location different transceiver units. A limited area is set dependent on the determined distances.

A measure for potential interference noise of an electromagnetic wave is determined. Potential interference noise is taken into consideration which occur within the limited area.

USE - E.g. for radio transmission.

ADVANTAGE - Allows better determination of interference probabilities and better selection of radio network area.

BEST AVAILABLE COPY



⑮ **BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND**



**DEUTSCHES
PATENTAMT**

⑫ **Offenlegungsschrift**
⑩ **DE 196 48 225 A 1**

⑥ Int. Cl.⁸:
H 04 B 7/26
H 04 Q 7/36

⑳ Aktenzeichen: 196 48 225.9
㉑ Anmeldetag: 21. 11. 96
㉒ Offenlegungstag: 4. 6. 98

Vorlage	Ablage	D2370
Haupttermin		
Eing.: 05. DEZ. 2005		
PA. Dr. Peter Riebling		
Bearb.:	Vorgelegt.	

DE 196 48 225 A 1

⑦ Anmelder:

DeTeMobil Deutsche Telekom MobilNet GmbH,
53227 Bonn, DE

⑦ Erfinder:

Plehn, Jürgen, Dr., 53115 Bonn, DE

⑤ Entgegenhaltungen:

DE 42 42 808 A1
WO 90 10 342 A1

SCHIML, A.: Interference Analysis in
Ahe GSM-System, In: IEEE 44 th
Vehicular Technology Conference, 1994,
pp. 689-690;

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤4 Auswahlverfahren von Flächenelementen für die Interferenzanalyse eines Funknetzes

⑦ Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zur Ermittlung eines Maßes für mögliche interferenzbedingte Störungen einer der Informationsübertragung dienenden, einer betrachteten Sende-/Empfangseinrichtung zugeordneten elektromagnetischen Welle in einem Funknetz. Zunächst werden Abstände zwischen der betrachteten Sende-/Empfangseinrichtung und hierzu nächstgelegenen, standortverschiedenen Sende-/Empfangseinrichtungen ermittelt.

Eine Fläche wird unter Berücksichtigung der ermittelten Abstände festgelegt. Anschließend wird ein Maß für interferenzbedingte mögliche Störungen der elektromagnetischen Welle ermittelt, wobei nur innerhalb der begrenzten Fläche auftretende mögliche Störungen berücksichtigt werden.

Weiter wird ein Verfahren zur Auswahl einer Teilfläche eines Funknetzgebietes mit mehreren standortverschiedenen Sende-/Empfangseinrichtungen offenbart. Dabei erfolgt eine Ermittlung von Abständen zwischen den mehreren standortverschiedenen Sende-/Empfangseinrichtungen. Weiter wird die Festlegung einer begrenzten Fläche unter Berücksichtigung von gemäß vorhergehendem Schritt ermittelten Abständen durchgeführt.

Die Erfindung vermeldet Mängel, die beim Stand der Technik auftreten.

Deutsche Telekom AG

Eing.: 08. Sep. 2005

Patentabteilung

DE 196 48 225 A 1

Beschreibung

Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zur Ermittlung eines Maßes für mögliche interferenzbedingte Störungen einer der Informationsübertragung dienenden elektromagnetischen Welle, die einer betrachteten Sende-/Empfangseinrichtung eines Funknetzes zugeordnet ist.

Ein Funknetz besteht aus einer Mehrzahl an Sende-/Empfangseinrichtungen. Die Einrichtungen übermitteln Informationen per Funk, das heißt mittels elektromagnetischer Wellen. Jeder Einrichtung werden Wellenfrequenzen oder Bandbreiten an Wellenfrequenzen zugewiesen, mit denen die Wellen gesendet oder empfangen werden können bzw. dürfen.

Ein Beispiel für derartige Netze sind Sendeeinrichtungen für Radio- und Fernsehübertragungen, ein anderes Beispiel sind Basisstationen oder Funkfeststationen für mobiles Telefonieren.

Verfahren zur Zuweisung von vorgenannten Frequenzen zu Sende-/Empfangseinrichtungen sind aus Globecom, Bd. 2, Dezember 1985, New Orleans Seiten 997 bis 1001 sowie aus DE 43 02 228 A1 bekannt.

Aus DE 43 02 228 A1 ist bekannt, daß Informationen über wechselseitige Störungen der im Funknetz verwendeten Wellen benötigt werden, um das Zuweisungsverfahren durchführen zu können. Ein aus "A. Schiml: Interference Analysis in the GSM-System, 1994 IEEE 44th Vehicular Technology Conference pp. 686-690" bekanntes Maß für derartige Störungen wird Interferenzwahrscheinlichkeit genannt. Es stellt ein quantitatives Maß für die Wahrscheinlichkeit dar, mit der eine Welle einer Sende-/Empfangseinrichtung durch weitere im Funknetz verwendete Wellen gestört wird.

In der betrieblichen Praxis wird zur Ermittlung eines solchen quantitativen Maßes die Gesamtfläche eines Funknetzes rasterförmig fiktiv in Parzellen zerlegt, die im folgenden Flächenelemente genannt werden. Für jedes einzelne Flächenelement werden die im Flächenelement auftretenden Feldstärken der elektromagnetischen Wellen ermittelt.

Mittels dieser Daten wird geschätzt, mit welcher Wahrscheinlichkeit Informationen zwischen einer betrachteten Sende-/Empfangseinrichtung und einem im betrachteten Flächenelement befindlichen Kommunikationspartner übermittelt werden. Diese Wahrscheinlichkeiten werden Zuordnungswahrscheinlichkeiten (assignment probabilities) genannt.

Beispielsweise erhalte die Sende-/Empfangseinrichtung, die die größte Signalfeldstärke im betrachteten Flächenelement erzeugt, eine Zuordnungswahrscheinlichkeit von 60%, die mit der zweitgrößten eine Zuordnungswahrscheinlichkeit von 40% und die übrigen Sende-/Empfangseinrichtungen Zuordnungswahrscheinlichkeiten von 0%. Die Informationsübermittlung erfolgt dann gemäß Schätzung mit 60% Wahrscheinlichkeit über die erstgenannte und mit 40% Wahrscheinlichkeit über die zweitgenannte Sende-/Empfangseinrichtung. Die übrigen Sende-/Empfangseinrichtungen dienen bei dieser Schätzung nicht der Informationsübermittlung bezüglich des betrachteten Flächenelementes.

Es ist bekannt, einen funksystemabhängigen Signalfeldstärkeschwellwert vorzugeben. Wird die Vorgabe unterschritten, so wird eine Zuordnungswahrscheinlichkeit von 0% festgelegt.

In jedem Flächenelement wird für jede Sende-/Empfangseinrichtung mit einer Zuordnungswahrscheinlichkeit größer 0% die Wahrscheinlichkeit berechnet, mit der eine elektromagnetische Welle der jeweils betrachteten Sende-/Empfangseinrichtung durch eine elektromagnetische Welle einer anderen Sende-/Empfangseinrichtung bei Verwendung glei-

cher oder benachbarter Frequenzen derart gestört wird, daß eine Informationsübermittlung mittels der Welle nicht möglich ist. Diese Wahrscheinlichkeit wird lokale Interferenzwahrscheinlichkeit genannt.

Um die Interferenzwahrscheinlichkeit, mit der eine Welle einer Sende-/Empfangseinrichtung durch den Betrieb anderer Sende-/Empfangseinrichtungen gestört werden kann, zu erhalten, werden die lokalen Interferenzwahrscheinlichkeiten aus den einzelnen Flächenelementen zu einem gewichteten Durchschnitt zusammengefaßt. Es ist bekannt, die lokalen Interferenzwahrscheinlichkeiten mit Zuordnungswahrscheinlichkeiten und ggf. Funkverkehrsanteilen des Flächenelements am Gesamtfunkverkehr zu wichten, diese gewichteten lokalen Interferenzwahrscheinlichkeiten über alle Flächenelemente zu addieren und die Summe durch eine Summe von Produkten aus Zuordnungswahrscheinlichkeiten und Funkverkehrsanteilen zu teilen (siehe im einzelnen Schiml Abschnitt IV).

Bei einer derart ermittelten Interferenzwahrscheinlichkeit werden lokale Interferenzwahrscheinlichkeiten von Flächenelementen berücksichtigt, die verhältnismäßig weit entfernt von der Sende-/Empfangseinrichtung liegen, für die die Interferenzwahrscheinlichkeit ermittelt wurde.

Die Berücksichtigung von verhältnismäßig weit entfernt liegenden, lokalen Interferenzwahrscheinlichkeiten bei der Berechnung der Interferenzwahrscheinlichkeit einer Sende-/Empfangseinrichtung hat nachteilhaft zur Folge, daß Flächenelemente berücksichtigt werden, die lediglich theoretisch von der in Betracht gezogenen Sende-/Empfangseinrichtung versorgt werden. In der Praxis ist aus funknetzplanerischen Gründen eine solche Versorgung regelmäßig nicht beabsichtigt.

Es werden damit Störungen bei der Ermittlung der Interferenzwahrscheinlichkeit berücksichtigt, die in tatsächlicher Hinsicht bedeutungslos sind. Somit beinhaltet die Interferenzwahrscheinlichkeit eine "fehlerhafte" Information.

Ein weiteres Problem tritt bei folgender Ermittlungsweise auf. Um nicht jedesmal aufwendig die Gesamtfläche eines Funknetzes - z. B. stets die Gesamtfläche von Deutschland - analysieren zu müssen, wird im allgemeinen nur ein Ausschnitt von rechteckförmiger oder kreisförmiger Gestalt - z. B. nur eine kreisförmige Fläche rund um den Hauptsitz der DeTeMobil GmbH - analysiert. Bei einer solchen Vorgehensweise werden bei der Ermittlung einer Interferenzwahrscheinlichkeit die lokalen Interferenzwahrscheinlichkeiten nicht berücksichtigt, die (zufälligerweise) außerhalb des gewählten Ausschnittes liegen. Somit besteht eine künstliche Abhängigkeit der Interferenzwahrscheinlichkeit vom gewählten Ausschnitt. Dieser Artefakt führt zu fehlerhaften Ergebnissen.

Es ist bereits vorgeschlagen worden, nur die lokalen Interferenzwahrscheinlichkeiten in die Berechnung der Interferenzwahrscheinlichkeit einer Sende-/Empfangseinrichtung einfließen zu lassen, bei denen eine vorgegebene Entfernung zwischen Sende-/Empfangseinrichtung und Flächenelement nicht überschritten wird. Es steht jedoch kein Verfahren zur Verfügung, welches die vorgenannten Probleme systematisch zu lösen vermag.

Aufgabe der Erfindung ist die Schaffung eines Verfahrens, das eine im Vergleich zum vorgenannten Stand der Technik verbesserte Ermittlung von Interferenzwahrscheinlichkeiten ermöglicht bzw. die verbesserte Auswahl von Flächenelementen eines Funknetzes ermöglicht.

Die Aufgabe wird durch ein Verfahren mit den Merkmalen des Haupt- bzw. Nebenanspruchs gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen ergeben sich aus den rückbezogenen Ansprüchen mit beliebigen Kombinationen der rückbezogenen Ansprüche untereinander.

Die Realisierung erfolgt bevorzugt in einem System mindestens bestehend aus einer Speichereinheit zur Bereitstellung von Standortdaten der Sende-/Empfangseinrichtungen sowie evtl. weiteren den Sende-/Empfangseinrichtungen zugeordneten Parametern, einer Recheneinheit zur Umsetzung der Daten sowie optional einer Displayeinheit zur graphischen Darstellung. In Bezug auf ein solches System wird im folgenden die Erfindung näher erläutert.

Es werden zunächst in einem ersten Ermittlungsschritt durch die Recheneinheit Abstände zwischen der betrachteten Sende-/Empfangseinrichtung und hierzu nächstgelegenen, standortverschiedenen Sende-/Empfangseinrichtungen ermittelt. Dazu werden mindestens die entsprechenden Standortdaten der Sende-/Empfangseinrichtungen aus der Speichereinheit ausgelesen, in der sie idealerweise in Form einer digitalen Karte oder einer Datenliste abgelegt sind.

Wieviele der nächstliegenden Einrichtungen idealerweise berücksichtigt werden, hängt von den jeweiligen funknetztechnischen Gegebenheiten ab. Es kann dem Fachmann überlassen bleiben, z. B. im Rahmen von einigen wenigen Experimenten, die vorteilhafte Anzahl der Einzubeziehenden zu ermitteln. Beispielsweise sei die ideale Anzahl gleich fünf. Dieser Parameter geht dann als Vorgabe in den ersten Ermittlungsschritt ein. Dann werden zunächst durch die Recheneinheit mittels eines geeigneten Ermittlungsverfahrens (entsprechend der Form der eingelesenen Standortdaten) die umliegenden fünf standortverschiedenen Einrichtungen mit den kleinsten Abständen zur betrachteten Einrichtung ermittelt. Anschließend werden diese fünf Abstände berechnet, sofern sie nicht bereits als Ergebnisdaten des Ermittlungsverfahrens eingelesen werden können.

Es wird eine Fläche, beispielsweise eine kreisförmige, erzeugt, die von den zuvor ermittelten Abständen abhängt. Durch die Recheneinheit wird z. B. ein Mittel- oder Maximalwert der Abstände ermittelt. Dieser Wert stellt dann den Radius des Kreises und der gespeicherte bzw. eingelesene Standort der betrachteten Sende-/Empfangseinrichtung den zugehörigen Kreismittelpunkt dar.

Weitere Möglichkeiten, eine derartige Fläche zu ermitteln, sind in nachfolgenden Beispielen beschrieben.

Anschließend ermittelt die Recheneinheit ein Maß für interferenzbedingte mögliche Störungen einer der betrachteten Sende-/Empfangseinrichtung zugeordneten elektromagnetischen Welle, wobei auf bereits bestehende Module zur Frequenzzuweisung und Interferenzanalyse zurückgegriffen werden kann. (Eine solche Welle ist einer Sende-/Empfangseinrichtung zugeordnet, wenn diese zugewiesen ist, oder ihre Zuweisung - z. B. im Rahmen eines Zuweisungsverfahren - in Betracht gezogen und die Auswirkung einer solchen möglichen Zuweisung analysiert wird.) Es werden nur diejenigen in der Speichereinheit abgelegten Flächenelemente in die Interferenzanalyse übertragen, die durch einen Abgleich als in der begrenzten Fläche liegend ermittelt wurden. Somit werden nur die innerhalb der begrenzten Fläche, also innerhalb des beispielhaft genannten Kreises, auftretenden möglichen interferenzbedingten Störungen, die durch weitere, im Netz verwendete elektromagnetische Wellen verursacht werden könnten, berücksichtigt.

Verfahrensgemäß bleiben aufgrund der anspruchsgemäßen örtlichen Beschränkung weit entfernt auftretende interferenzbedingte Störungen unberücksichtigt. Diese sind regelmäßig aufgrund ihres relativ großen Abstandes zur betrachteten Sende-/Empfangseinrichtung aus funknetzplanerischen Gründen bedeutungslos in Hinblick auf die Informationsübermittlung im Funknetz. Der Ausschluß dieser Störungen bewirkt die Vermeidung der in der Beschreibung genannten Mängel. Das Ausschlußkriterium hängt erfindungsgemäß von den Standorten der Sende-

/Empfangseinrichtungen im Verhältnis zueinander ab. Da die funknetzplanerisch "zu weiten Entfernungen von auftretenden Störungen" ebenfalls von den Standorten im Verhältnis zueinander abhängen, stellt das Verfahren eine systematische Lösung des Problems dar.

Bei einer weiteren Möglichkeit zur Festlegung des beispielhaft genannten Kreises werden die Entfernungen zu den n nächstgelegenen Sende-/Empfangseinrichtungen ermittelt. Die natürliche Zahl n ist hier gleich der Anzahl von Sende-/Empfangseinrichtungen, die im Funknetz tatsächlich eingesetzt werden, um Informationen zu einem Flächenelement oder zurück zu übermitteln. Diese können beispielsweise aus der Auswertung von Verkehrsprotokollen des Funknetzes (Protokollschnittstelle Abis) aus dem betrachteten Flächenelement bestimmt und an die Recheneinheit übermittelt werden. Nur diese n Abstände werden herangezogen, um den Radius festzulegen. Z.B. wird der Durchschnitt aus den n Abständen als Radius gewählt. Es kann jedoch auch z. B. der maximale oder der minimale Abstand als Radius herangezogen werden. Mittels praktischer Versuche kann das Optimum ermittelt werden.

Die Entfernung D zwischen zwei Punkten auf der Erdoberfläche mit ihren Breiten- und Längenkoordinaten lassen sich näherungsweise z. B. folgendermaßen berechnen:

$$D = \text{Quadratwurzel}((B_1 - B_2) \cdot (B_1 - B_2) + (L_1 - L_2) \cdot (\cos(B_1 + (B_2 - B_1)/2)) \cdot (L_1 - L_2) \cdot (\cos(B_1 + (B_2 - B_1)/2))) \cdot (1/3600) \cdot ((2 \cdot 3.1415927)/360) \cdot \text{Erdradius},$$

wobei B1 die Breitenkoordinate des ersten Punktes in Sekunden, L1 die Längenkoordinate des ersten Punktes in Sekunden, B2 die Breitenkoordinate des zweiten Punktes in Sekunden und L2 die Längenkoordinate des zweiten Punktes in Sekunden ist.

Durch die Implementierung dieses Rechenvorschrift lassen sich daher in der Recheneinheit alle Entfernungen zwischen verschiedenen Sende-/Empfangseinrichtungen des Funknetzes und zwischen Sende-/Empfangseinrichtungen und den charakteristischen Punkten von Flächenelementen berechnen.

Aus den Entfernungen zwischen den Sende-/Empfangseinrichtungen lassen sich für jede Sende-/Empfangseinrichtung eine geeignete und für diese Sende-/Empfangseinrichtung spezifische maximale Entfernung, fortan Interferenzrelevanzradius der Sende-/Empfangseinrichtung genannt, ableiten.

Ein weiteres Kriterium für die Auswahl eines Flächenelements für die Interferenzanalyse sei daher, daß die Entfernung zwischen dem charakteristischen Punkt des Flächenelements und mindestens einer Sende-/Empfangseinrichtung des Funknetzes kleiner gleich dem Interferenzrelevanzradius dieser Sende-/Empfangseinrichtung ist. Dieses Kriterium sei Radiuskriterium genannt.

Der Interferenzrelevanzradius kann z. B. wie folgt bestimmt werden.

Für jeden gespeicherten Standort einer betrachteten Sende-/Empfangseinrichtung A berechnet die Recheneinheit die kürzeste Entfernung zwischen ihr und einer anderen standortverschiedenen Sende-/Empfangseinrichtung des Funknetzes und ordnet diese kürzeste Entfernung als Parameter K_Distanz(A) der Sende-/Empfangseinrichtung zu. Es wird der Durchschnitt dieser K_Distanz(.) für alle Sende-/Empfangseinrichtungen des Funknetzes berechnet und als Parameter D_K_Distanz gespeichert. Der Interferenzrelevanzradius einer Sende-/Empfangseinrichtung S wird dann gleich K_Distanz(S) gesetzt, falls K_Distanz(S) größer gleich D_K_Distanz ist, ansonsten wird er gleich D_K_Distanz gesetzt. Diese Art der Bestimmung hat sich in der Praxis bewährt.

Bei einer weiteren Ausführungsform der Erfindung wird die begrenzte Fläche in Abhängigkeit von dreieckigen Flächenausschnitten festgelegt. Im einfachsten Fall stellt der dreieckige Flächenausschnitt einen Teil der festgelegten begrenzten Fläche dar. Als Ecken des Flächenausschnittes werden die gespeicherten Standorte von drei Sende-/Empfangseinrichtungen eingelesen.

Die Einbeziehung der vorgenannten dreieckigen Flächenausschnitte dient der Vermeidung von Artefakten, die durch die vorgenommene Begrenzung der Fläche bei der Ermittlung des Maßes für interferenzbedingte Störungen hervorgerufen werden könnten.

Eine damit im Zusammenhang stehende, weitergehende Ausführungsform wird im nachfolgenden Beispiel als Quadrantenkriterium bezeichnet.

Es wird die Gesamtfläche eines Funknetzes mit einem Längen- und Breiten-Koordinatensystem versehen. Für alle Sende-/Empfangseinrichtungen des Funknetzes sind dann Koordinaten bezogen auf dieses Koordinatensystem in der Speichereinheit abgelegt. Ferner wird für jedes Flächenelement ein charakteristischer Punkt, wie z. B. der Mittelpunkt, mit seinen Koordinaten abgelegt.

Nach einem ersten Kriterium soll ein Flächenelement für die Interferenzanalyse ausgewählt werden, wenn die nachfolgenden 4 Bedingungen erfüllt sind:

- a) Es gibt eine Sende-/Empfangseinrichtung des Funknetzes, deren Längenkoordinate größer gleich der Längenkoordinate des charakteristischen Punktes des Flächenelements ist und deren Breitenkoordinate größer gleich der Breitenkoordinate des charakteristischen Punktes des Flächenelements ist.
- b) Es gibt eine Sende-/Empfangseinrichtung des Funknetzes, deren Längenkoordinate größer gleich der Längenkoordinate des charakteristischen Punktes des Flächenelements ist und deren Breitenkoordinate kleiner gleich der Breitenkoordinate des charakteristischen Punktes des Flächenelements ist.
- c) Es gibt eine Sende-/Empfangseinrichtung des Funknetzes, deren Längenkoordinate kleiner gleich der Längenkoordinate des charakteristischen Punktes des Flächenelements ist und deren Breitenkoordinate kleiner gleich der Breitenkoordinate des charakteristischen Punktes des Flächenelements ist.
- d) Es gibt eine Sende-/Empfangseinrichtung des Funknetzes, deren Längenkoordinate kleiner gleich der Längenkoordinate des charakteristischen Punktes des Flächenelements ist und deren Breitenkoordinate größer gleich der Breitenkoordinate des charakteristischen Punktes des Flächenelements ist.

Dieses Kriterium sei Quadrantenkriterium genannt.

Alle Flächenelemente der Gesamtfläche des Funknetzes, die nach mindestens einem Kriterium ausgewählt worden sind, werden als insgesamt ausgewählt gekennzeichnet.

Sie addieren sich zur anspruchsgemäßen begrenzten Fläche und können als solche in der Speichereinheit abgelegt werden. Auf ihnen wird die herkömmliche Interferenzanalyse wie eingangs beschrieben durchgeführt.

Vorteilhaft erfolgt die Festlegung der Fläche derart, daß diese geschlossen ist, daß also keine inselförmigen Aussparungen innerhalb der Fläche vorhanden sind. Diese sind in der Praxis funktionsplanerisch nicht gewollt, so daß diese auch bei der Ermittlung von Störungen ausgeschlossen werden sollten.

Die Ausführungen zum Hauptanspruch inklusive der darauf rückbezogenen Ansprüche gelten entsprechend für den Nebenanspruch nebst seinen rückbezogenen Ansprüchen.

Die Realisierung erfolgt bevorzugt ebenso durch ein System wie in Zusammenhang mit Anspruch 1 beschrieben.

Gelöst wird durch ein Verfahren mit den Merkmalen des Nebenanspruchs insbesondere das im Zusammenhang mit der Auswahl eines Ausschnitts geschilderte Problem, daß die Auswahl von Flächenelementen sinnvollerweise nicht durch eine völlig willkürliche Festlegung eines Ausschnittes aus der Gesamtfläche des Funknetzes erfolgen soll. Die Auswahl erfolgt vielmehr gezielt unter Berücksichtigung der Anordnung der Sende-/Empfangseinrichtungen im Funknetz, da diese Gegebenheiten eine wesentliche Rolle spielen bei der Ermittlung von besonders relevanten Flächenelementen für spezifische Anwendungen auf diesen Flächenelementen wie z. B. für gezielte Messfahrten für die Erfassung von Funknetzparametern, Funknetzplanung etc. Zur Auswahl hierfür relevanter Flächenelemente wird vorgeschlagen, diese in Abhängigkeit von Abständen zwischen standortverschiedenen Sende-/Empfangseinrichtungen nach der Lehre des Anspruchs 6 zu ermitteln, da die wesentlichen Netzgrößen wie Feldstärke, Signallaufzeit, Interferenzwahrscheinlichkeit etc. vor allem eine Abstandsabhängigkeit aufweisen. Aus den physikalischen Gegebenheiten des Funknetzes selbst ergeben sich somit für die Auswahl von Flächenelementen zu beachtende Bedingungen, die weitgehend unabhängig sind von der späteren Anwendung, die auf den ausgewählten Flächenelementen erfolgt, sofern diese Anwendungen einen Bezug zum Funkverkehr der Sende-/Empfangseinrichtungen besitzen.

Für eine Quantifizierung der Auswahl kann eine Relevanzwichtung definiert werden, die mittels Durchführung eines oder mehrerer der genannten Auswahlkriterien erfolgt. Gesamtergebnis der Relevanzwichtung sind bevorzugt die Wichtungen "ausgewählt" oder "nicht ausgewählt", es sind jedoch auch Wichtungen mit anderer Unterteilung möglich, z. B. "bevorzugt ausgewählt", "bedingt ausgewählt" etc. Diese Wichtung ist insbesondere in Abhängigkeit von der Zahl der angewandten Auswahlkriterien festlegbar, die jeweils für ein bestimmtes Flächenelement das Teilergebnis "ausgewählt" liefern.

Die so qualitativ oder quantitativ ausgewählten Flächenelemente können, wie oben ausgeführt, verschiedenste Anwendungen zugrundegelegt werden und ermöglichen deren effektive und aufwandsarme Durchführung, da sichergestellt wird, daß nur der tatsächlich relevante Teil der Gesamtfläche als Ausschnitt ausgewählt wird.

Insbesondere für die Anwendung einer Interferenzanalyse werden damit sämtliche relevanten Interferenzwahrscheinlichkeiten in der Nähe der betrachteten Sende-/Empfangseinrichtungen berücksichtigt. In ausgewählte Ausschnitt befinden sich weder Flächenelemente, die für die spätere Interferenzanalyse so gut wie keinen Beitrag liefern, noch besteht die Gefahr, daß Flächenelemente außerhalb des Ausschnitts liegen, die wesentlich von den betrachteten Interferenzen betroffen sind.

Die Erfindung wird anhand eines Ausführungsbeispiels im folgenden näher erläutert.

Fig. 1-9 zeigen Zwischen- und Endergebnisse einer Ausführungsform des Verfahrens.

Fig. 1 zeigt ein Funknetz mit den 13 Sende-/Empfangseinrichtungen A bis M in einer rechteckförmigen Gesamtfläche mit einem Längen- und Breiten-Koordinatensystem. Die Längenkoordinaten laufen von 01 bis 25, die Breitenkoordinaten von 01 bis 20.

Fig. 2 zeigt, wie die Gesamtfläche in $25 \cdot 20$ gleich große Flächenelemente zerlegt worden ist.

Jede Seitenlänge eines jeden Flächenelements betrage eine Längeneinheit. Die charakteristischen Punkte jedes Flächenelementes seien die Mittelpunkte der Flächenele-

mente und die Standorte der Sende-/Empfangseinrichtungen A bis M seien genau die Mittelpunkte der Flächenelemente, in die die Buchstaben A bis M eingetragen sind.

Zunächst werden Flächenelemente nach dem Quadrantenkriterium ausgewählt, d. h. ein Flächenelement wird ausgewählt, wenn die folgenden 4 Bedingungen erfüllt sind:

- a) Es gibt eine Sende-/Empfangseinrichtung des Funknetzes, deren Längenkoordinate größer gleich der Längenkoordinate des charakteristischen Punktes des Flächenelements ist und deren Breitenkoordinate größer gleich der Breitenkoordinate des charakteristischen Punktes des Flächenelements ist.
- b) Es gibt eine Sende-/Empfangseinrichtung des Funknetzes, deren Längenkoordinate größer gleich der Längenkoordinate des charakteristischen Punktes des Flächenelements ist und deren Breitenkoordinate kleiner gleich der Breitenkoordinate des charakteristischen Punktes des Flächenelements ist.
- c) Es gibt eine Sende-/Empfangseinrichtung des Funknetzes, deren Längenkoordinate kleiner gleich der Längenkoordinate des charakteristischen Punktes des Flächenelements ist und deren Breitenkoordinate größer gleich der Breitenkoordinate des charakteristischen Punktes des Flächenelements ist.
- d) Es gibt eine Sende-/Empfangseinrichtung des Funknetzes, deren Längenkoordinate kleiner gleich der Längenkoordinate des charakteristischen Punktes des Flächenelements ist und deren Breitenkoordinate größer gleich der Breitenkoordinate des charakteristischen Punktes des Flächenelements ist.

In den Fig. 3 bis 6 ist jeweils ein Flächenelement mit "q" gekennzeichnet, seine Längenkoordinate ist 10, seine Breitenkoordinate ist 08. In Fig. 3 sind die Sende-/Empfangseinrichtungen aufgeführt, die im ersten Quadranten von dem mit "q" gekennzeichneten Flächenelement liegen, d. h. deren Längenkoordinate größer gleich 10 ist und deren Breitenkoordinate größer gleich 08 ist.

Die Fig. 4 bis 6 zeigen die Sende-/Empfangseinrichtungen aus den nächsten Quadranten. Da jeder Quadrant mit mindestens einer Sende-/Empfangseinrichtung besetzt ist, wird das Flächenelement "q" nach dem Quadrantenkriterium ausgewählt.

Alle nach dem Quadrantenkriterium ausgewählten Flächenelemente sind in Fig. 7 durch den Buchstaben "q" oder durch einen der Buchstaben A bis "M" gekennzeichnet.

In einem zweiten Schritt erfolgt die Anwendung des Radiuskriteriums auf die Flächenelemente:

Entfernungen zwischen zwei Punkten P1 und P2 mit den Längenkoordinaten L1 und L2 und den Breitenkoordinaten B1 und B2 in der Gesamtfläche werden näherungsweise wie folgt berechnet:

$$\text{Entfernung zwischen P1 und P2} = \text{Quadratwurzel} ((L1 - L2)^2 + (B1 - B2)^2)$$

Dann ergibt sich als kürzeste Entfernung der einzelnen Sende-/Empfangseinrichtungen K_Distanz (.) zu jeweils einer anderen, standortfremden Sende-/Empfangseinrichtung des Funknetzes:

$$K_Distanz (A) = \text{Quadratwurzel} (1^2 + 1^2 + 2^2) = 2.236$$

$$K_Distanz (B) = \text{Quadratwurzel} (2^2 + 2^2 + 0^2) = 2.0$$

$$K_Distanz (C) = 2.0$$

$$K_Distanz (D) = 2.236$$

$$K_Distanz (E) = 2.236$$

$$K_Distanz (F) = 2.236$$

$$K_Distanz (G) = 2.236$$

$$K_Distanz (H) = \text{Quadratwurzel} (1^2 + 1^2 + 1^2) = 1.414$$

$$K_Distanz (I) = 2.0$$

$$K_Distanz (J) = 2.0$$

$$K_Distanz (K) = 1.414$$

$$K_Distanz (L) = 1.414$$

$$K_Distanz (M) = 1.414$$

Als Durchschnitt ergibt sich $D_K_Distanz = 1.91$. Für die Sende-/Empfangseinrichtungen A, B, C, D, E, F, G, I und J entspricht somit ihr Interferenzrelevanzradius ihrer kürzesten Entfernung zu einer anderen Sende-/Empfangseinrichtung, die sich ergebende Vergrößerung des relevanten Interferenzradius für H, K, L und M gegenüber ihren kürzesten Entfernungen wirkt sich in der Flächenelementaufteilung nicht aus.

Flächenelemente, die aufgrund des Radiuskriteriums ausgewählt werden, d. h. deren Entfernung zu einer Sende-/Empfangseinrichtung kleiner gleich dem Interferenzrelevanzradius dieser Sende-/Empfangseinrichtung ist, sind für die Sende-/Empfangseinrichtungen B, G, H und I als Beispiele in Fig. 8 mit den Buchstaben "R" oder "B", "G", "H", "I" gekennzeichnet.

Schließlich erfolgt die Bildung der Vereinigungsmenge der ausgewählten Elemente (Fig. 9). Hierdurch wird erreicht, daß die ausgewählten Flächenelemente tatsächlich eine geschlossene Fläche bilden, d. h. mögliche Inselstrukturen aufgefüllt werden können. Solche nichtausgewählten Inselstrukturen können zwischen ausgewählten Bereichen bestehen bleiben, nachdem das Radiuskriterium auf die Sende-/Empfangseinrichtungen angewandt wurde. Fig. 8 zeigt beispielhaft die Anwendung des Radiuskriteriums auf vier der Sende-/Empfangseinrichtungen. Es bleiben jedoch alle interferenzrelevanten Flächenelemente ausgewählt, d. h. insbesondere die durch das Radiuskriterium ausgewählten Flächenelemente werden weiterhin berücksichtigt.

Alle Flächenelemente, die nach dem Quadrantenkriterium oder dem Radiuskriterium ausgewählt worden sind, sind in Fig. 9 mit den Buchstaben "X" oder "A" bis "M" gekennzeichnet. Auf ihnen wird nun die herkömmliche Interferenzanalyse durchgeführt.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Ermittlung eines Maßes für mögliche interferenzbedingte Störungen einer der Informationsübertragung dienenden, einer betrachteten Sende-/Empfangseinrichtung zugeordneten elektromagnetischen Welle in einem Funknetz mit den Schritten:

a) Ermittlung von Abständen zwischen der betrachteten Sende-/Empfangseinrichtung und hierzu nächstgelegenen, standortverschiedenen Sende-/Empfangseinrichtungen,

b) Festlegung einer begrenzten Fläche in Abhängigkeit von gemäß vorhergehendem Schritt ermittelten Abständen,

c) Ermittlung eines Maßes für interferenzbedingte mögliche Störungen der elektromagnetischen Welle, wobei nur innerhalb der begrenzten Fläche auftretende mögliche Störungen berücksichtigt werden.

2. Verfahren nach vorhergehendem Anspruch, bei dem die begrenzte Fläche derart gewählt wird, daß diese geschlossen vorliegt.

3. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem die begrenzte Fläche derart gewählt wird, daß sich sämtliche Standorte der Sende-/Empfangseinrichtungen, für die im Rahmen eines Zuweisungsverfahrens von Frequenzen zu Sende-/Empfangseinrichtungen Maße für interferenzbedingte mögliche Störungen ermittelt werden, auf der begrenzten Fläche befinden.

den.

4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem Interferenzwahrscheinlichkeiten als Maß für interferenzbedingte mögliche Störungen ermittelt werden.

5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem die begrenzte Fläche in Abhängigkeit von dreieckigen Flächenausschnitten, deren drei Ecken durch Standorte von drei Sende-/Empfangseinrichtungen gebildet werden, festgelegt wird.

6. Verfahren zur Auswahl von Flächenelementen eines Funknetzes mit mehreren standortverschiedenen Sende-/Empfangseinrichtungen mit den Schritten:

a) Ermittlung von Abständen zwischen den mehreren standortverschiedenen Sende-/Empfangseinrichtungen,

b) Festlegung eines Ausschnitts der Gesamtfläche des Funknetzes in Abhängigkeit von gemäß vorhergehendem Schritt ermittelten Abständen,

c) Bestimmung der innerhalb des Ausschnitts liegenden Flächenelemente als ausgewählte Flächenelemente.

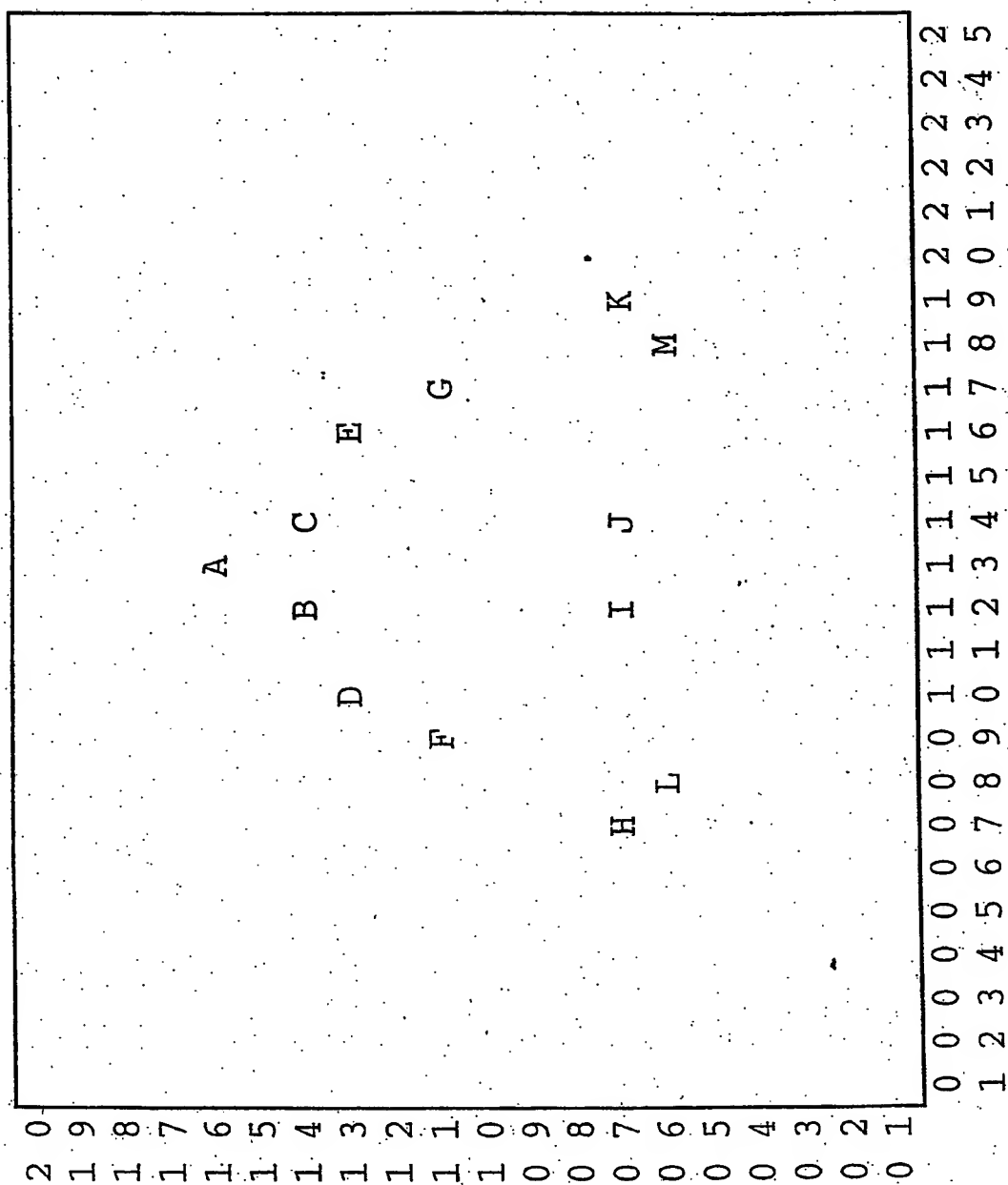
7. Verfahren nach vorhergehendem Anspruch, bei dem der Ausschnitt derart gewählt wird, daß dieser geschlossen vorliegt.

8. Verfahren nach einem der Ansprüche 6 bis 7, bei dem die Ermittlung des Ausschnitts durch Kombination mindestens eines Auswahlverfahrens, welches abhängig von den Abständen der Sende-/Empfangseinrichtungen ist, mit mindestens einem Auswahlverfahren, welches abhängig von den Standorten der Sende-/Empfangseinrichtungen ist, erfolgt.

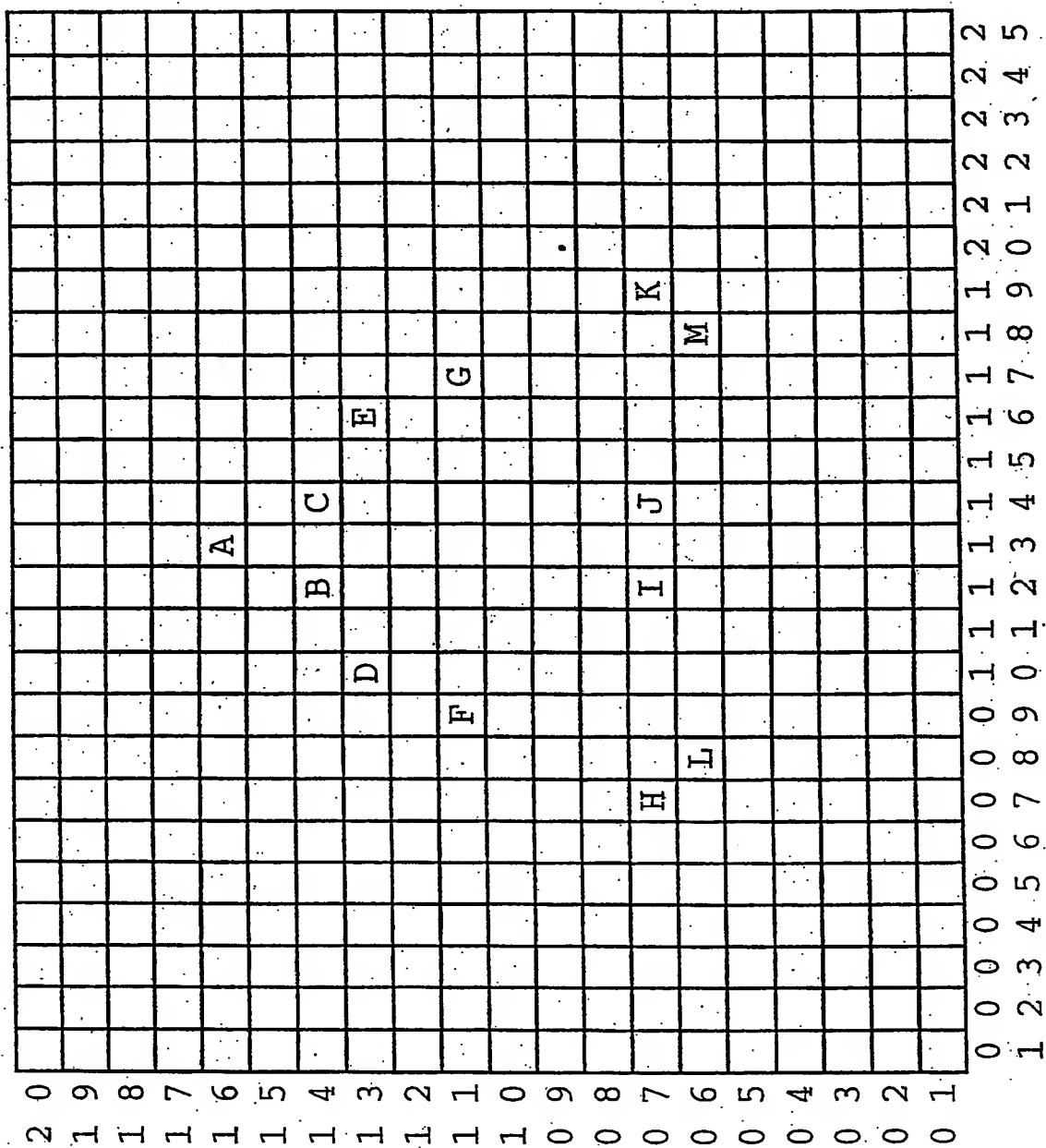
9. Verfahren nach einem der Ansprüche 6 bis 8, bei dem der Ausschnitt in Abhängigkeit von dreieckigen Flächenausschnitten, deren drei Ecken durch Standorte von drei Sende-/Empfangseinrichtungen gebildet werden, festgelegt wird.

Hierzu 9 Seite(n) Zeichnungen

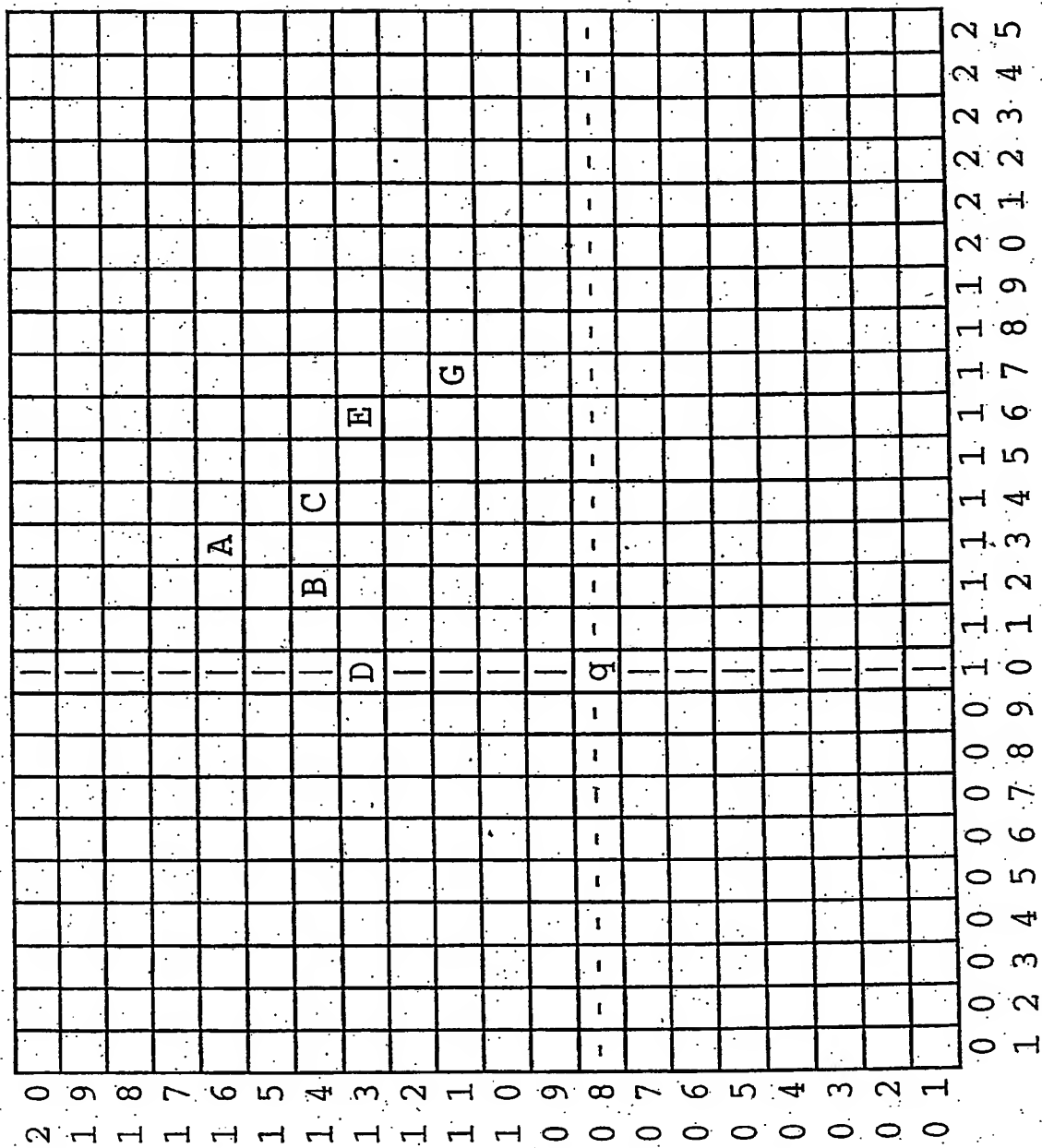
- Leerseite -



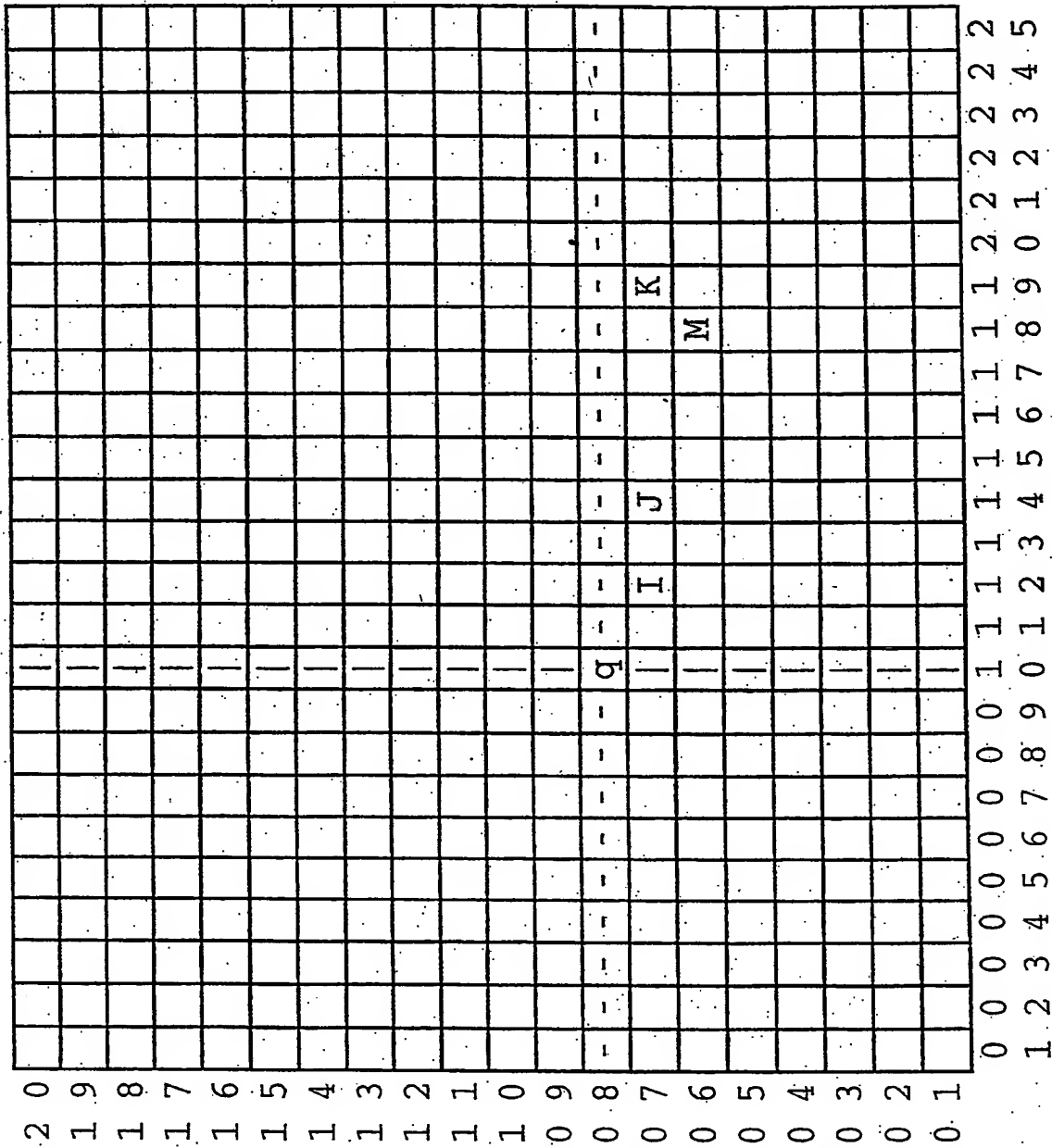
Figur 1



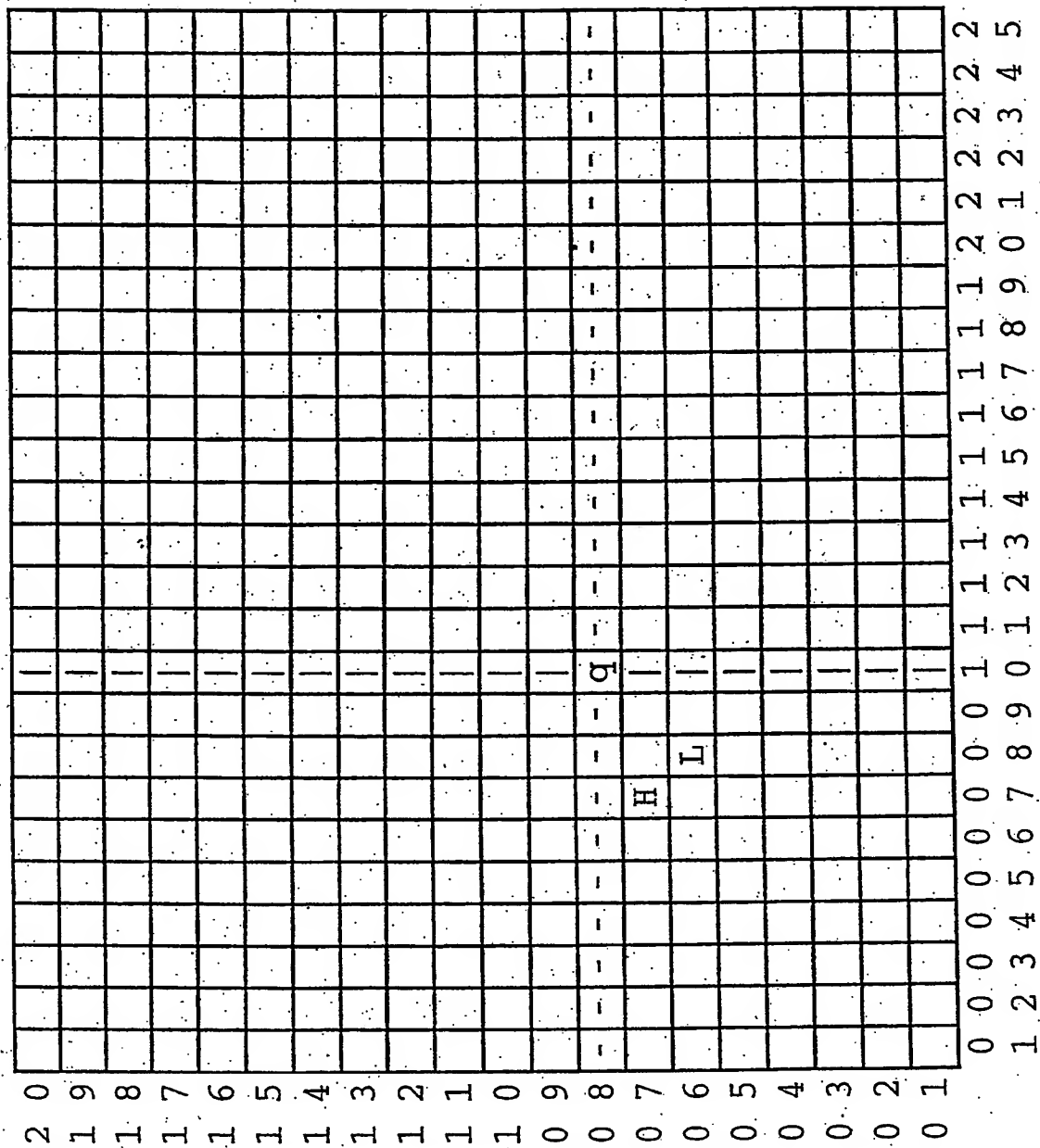
Figur 2



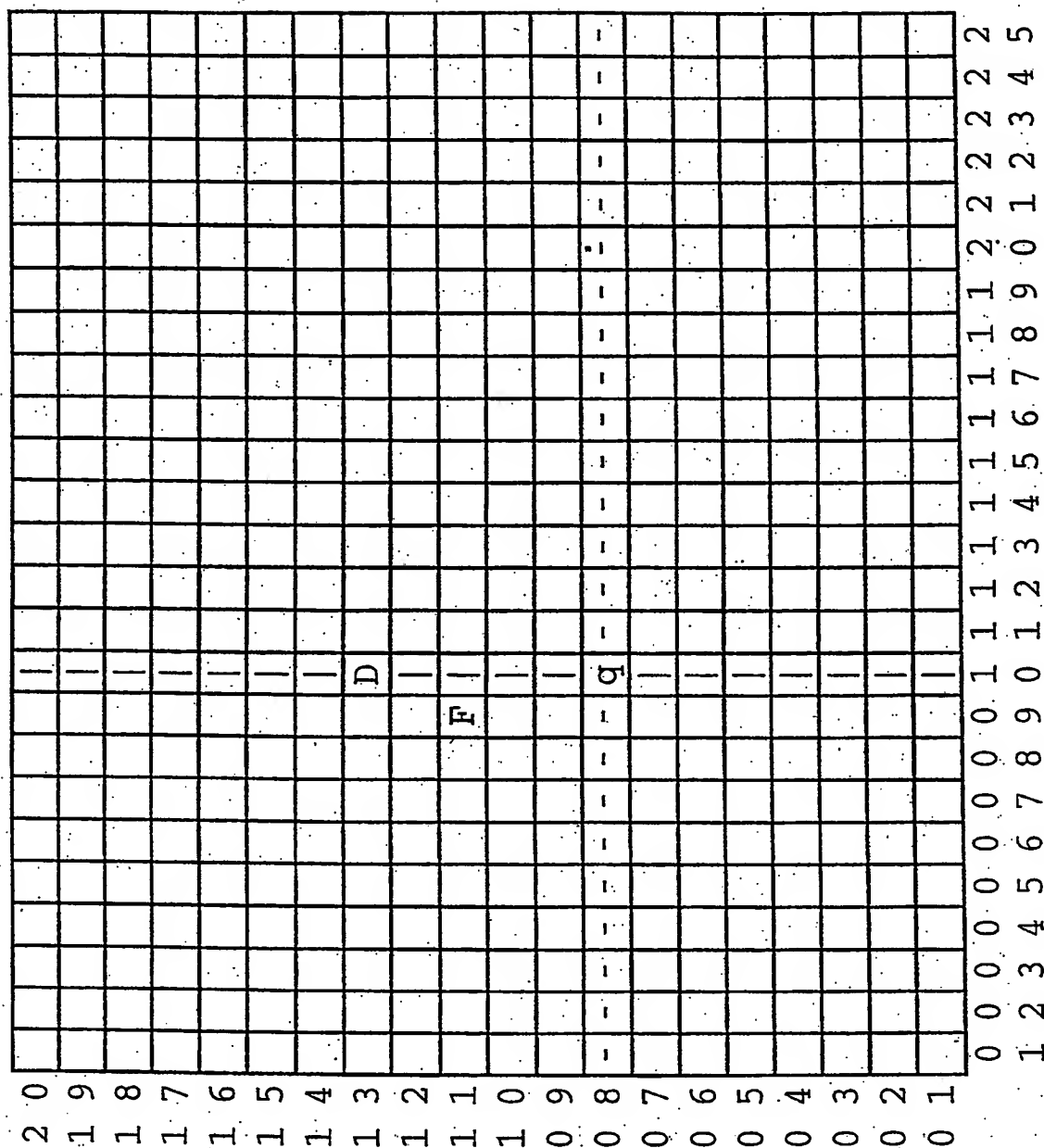
Figur 3



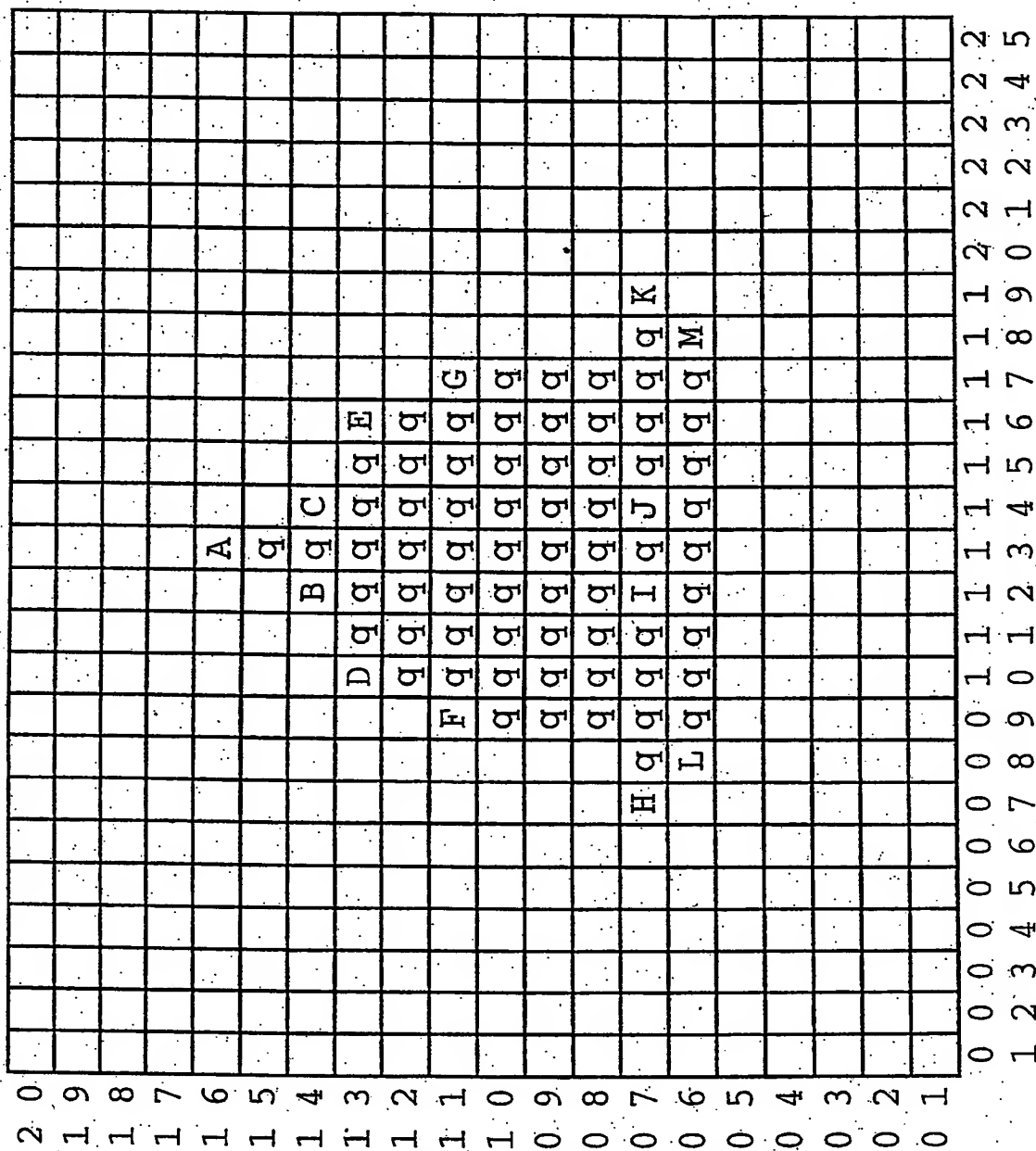
Figur 4



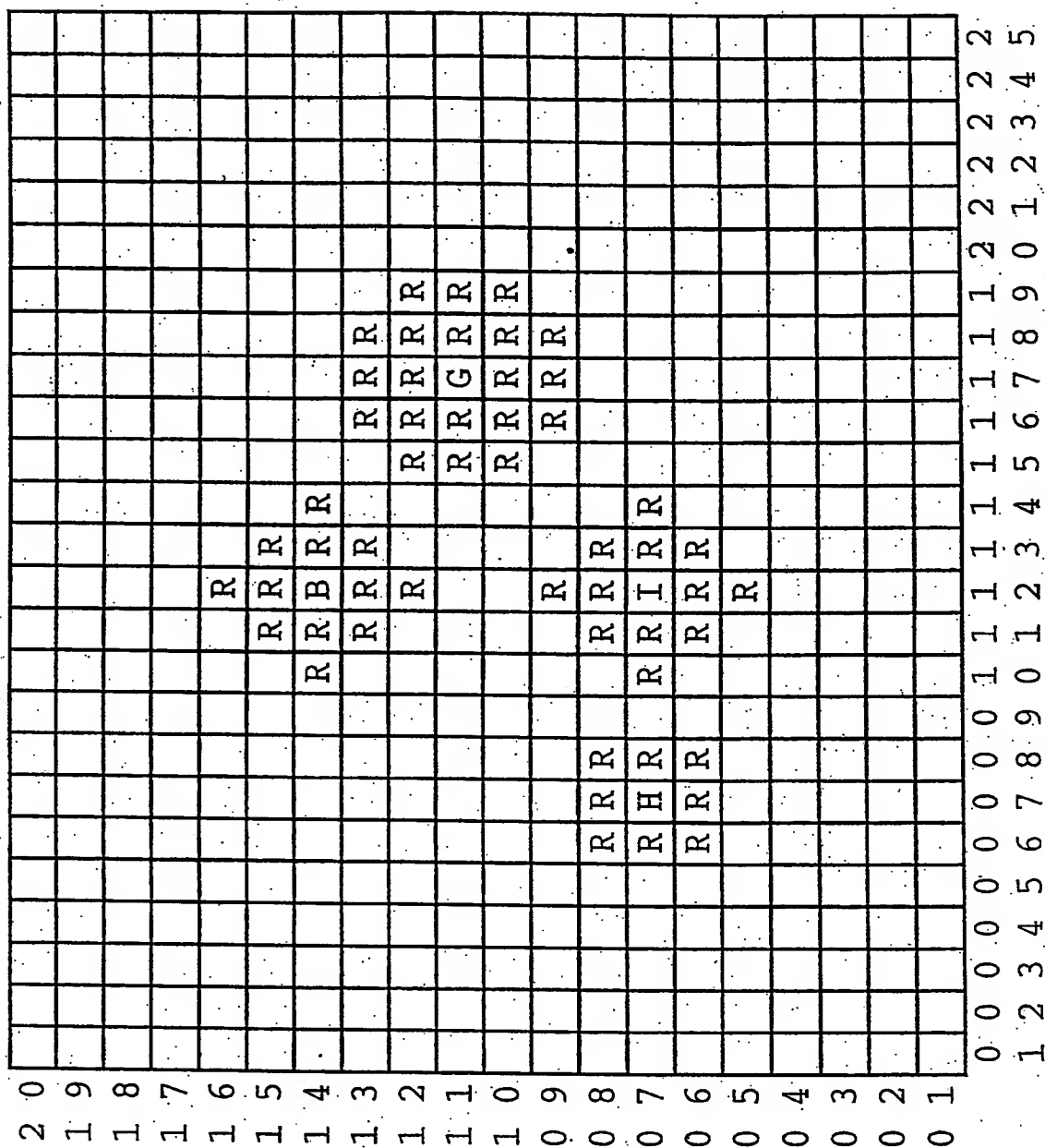
Figur 5



Figur 6



Figur 7.



Figur 8

[illegible]

Figur 9

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

☐ BLACK BORDERS

☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES

☒ FADED TEXT OR DRAWING

☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING

☐ SKEWED/SLANTED IMAGES

☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS

☐ GRAY SCALE DOCUMENTS

☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT

☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY

☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.